文章编号：0454-6296（2000）增刊-0151-06

应用生命表评价食蚜瘿蚊扩繁系统

谢 明，程洪坤，邱卫亮
（中国农业科学院生物防治研究所 北京，100081）

摘要：应用生命表技术，考察我国食蚜瘿蚊 *Aphidoletes aphidimyza* 大量扩繁系统主要环节的效率。结果表明，卵期、1 龄幼虫期、蛹期的死亡率较大，分别为 13.5%、18.2% 和 19.0%，是影响种群数量增长的主要因子。通过对各发育阶段的观察，初步明确了造成死亡的主要因素，连续多代饲养中的性比失调问题对卵的饱满率及产卵量有很大影响，化蛹的场所条件、发育及贮藏条件、1 龄幼虫的食物供给状况也是造成实验种群大量死亡的主要因子。本实验结果为进一步改进该天敌的扩繁体系，提高扩繁效率，具有指导作用。

关键词：食蚜瘿蚊；实验种群；生命表；扩繁
中图分类号：Q 132.1；Q 969.44 **文献标识码**：A

食蚜瘿蚊 *Aphidoletes aphidimyza* 是多种蚜虫的捕食性天敌，对温室蚜虫有良好的控制作用。国外从 70 年代初开始系统研究食蚜瘿蚊。80 年代中期，芬兰、加拿大的大量扩繁和温室应用技术获得成功，率先实现了商品化生产，其后，荷兰、美国、前苏联等国也实现了商品化生产。我国对食蚜瘿蚊的应用研究起步较晚，1979 年湖北省农科院报道，在棉田观察到一种食蚜性瘿蚊 *Aphidoletes abietis*，并对其田间发生作了简要记述[1]。1984 年中国农科院生物防治研究所，在加拿大 IDRC 的资助下，从加拿大引进食蚜瘿蚊，对其基本生物学进行了研究[2]，在此基础上对引进的大量饲养繁殖技术进行了改造[3]，对温室防治效果以及常用化学农药对食蚜瘿蚊的影响进行了测定[4~6]。期间，我国在新疆[7]、福建、宁夏、陕西、河南、黑龙江、北京等地也发现了本地品系的食蚜瘿蚊，北京市农林科学院也对食蚜瘿蚊的生物学特性进行了研究[8]，中国农科院生防所与大庆市农工商总公司合作，在大庆全光温室进行了应用示范推广，取得了显著效果[9]。为了对我国的大量扩繁技术进行改进，进一步提高产量和效率，我们利用实验种群生命表技术，对连续多代大量饲养的主要技术环节进行了考察。

1 材料与方法

1.1 卵孵化率调查

用于大量扩繁食蚜瘿蚊的半地下式养虫室，南墙双层玻窗，恒温（25±2)℃，相对湿度 75%～85%，室内白天平均光照约为 50～60 lx，晚间 8 lx。实验所用虫源（北京品系）均为

基金项目：本研究得到中国农业科学院研究基金的资助（编号：9006-6）
收稿日期：1999-10-10，修订日期：2000-02-16

采自田间在室内连续饲养10代以上的的种虫。

将温室盆栽蚕豆苗（带有豌豆修尾蚜 *Megoura japanica*，约500～700头），移入接卵笼（75 cm×55 cm×65 cm）中自然接卵一夜。笼内释放2 000头处于产卵高峰期的食蚜瘿蚊成虫，笼靠养虫室的北墙放置，笼内光照白天1～2 lx，晚间小于0.2 lx。次日早上取出蚕豆苗，放在养虫室里，让卵正常发育，用放大镜检查叶片或茎杆上的着卵并作区域标记，每日观察记载卵孵化情况。

1.2 各龄幼虫死亡率调查

将着卵（同夜所产）的叶或茎放在净苗（盆栽70～80株）心叶叉上，同时在苗上接足量（约500头）的干净的豌豆修尾蚜，以供日后孵化的幼虫取食。设3个处理，即在上述养虫室中分别饲养的1龄、2龄、3龄幼虫，每处理设3个重复。各处理接幼虫500～800头。各处理在各自饲养一定的天数后，将整植株剪下，浸泡水中，用水将蚜虫及瘿蚊幼虫洗落，分离蚜虫及杂物，镜检各处理的活瘿蚊幼虫数。

1.3 化蛹率调查

用吸管将水中的老熟幼虫移入化蛹瓶（容量75 mL，化蛹基质棉花的厚度为4 cm，含水10%～15%，盖下套尼龙纱及皮筋扎口，在开始羽化时去盖留纱罩），每瓶盛200余头幼虫不等，放置养虫预处理室（25～28℃，RH60%～80%），2 d后检查化蛹率。

1.4 羽化率及成虫产卵量调查

将完成化蛹观察的虫瓶，置20℃的恒温箱，让其发育。成虫开始羽化后，去除瓶盖，保留纱罩1天，自然减低湿度，然后将瓶开口，并放于接虫笼中（25～28℃，RH 60%～80%），让其自然羽化飞出瓶，通过观察残留死茧来计算羽化数，提供足够的产卵载体植物和蚜虫，每天换苗，查苗上的卵量。同批中一部分的瓶口始终留纱罩，待羽化完毕后计雌雄比率。

1.5 生命表组建

根据上述1～4项的调查结果，组建实验种群生命表。

2 结果与分析

2.1 卵孵化率

通过对6个重复886粒卵的观察，结果（表1）显示卵期死亡率为13.54%，对种群动态影响较大。死亡的原因主要是卵不饱满，不能正常孵化而干瘪，可能未受精。

表1 食蚜瘿蚊卵孵化率

Table 1 Egg hatching rate of *Aphidolets aphidimyza*

重复序号 Rep. serial no.	观察卵数（粒） Total egg no.	未孵化数（粒） Dead egg no.	死亡率（%） Mortality（%）
1	114	20	17.54
2	214	6	2.80
3	110	6	5.46
4	182	23	12.64
5	114	36	31.58
6	152	29	19.08
平均 Everage			13.54±10.42

2.2 幼虫死亡率

结果（表2）表明，从卵发育到1龄，群体中有31.77%死亡，其中包括了卵死亡率13.54%，因此1龄净死率为18.2%，对种群也

有较大的影响。观察中发现其主要原因是，1龄食蚜瘿蚊幼虫个体微小，移动觅食能力差，当一部分远离蚜虫的个体不能在短时间内找到食物时，就可能造成饥饿死亡，这一结果，对指导在田间低密度害虫时释放应用瘿蚊也有重要意义。对于食蚜瘿蚊2～3龄幼虫来说（表2），其移动及搜寻能力较强，耐饥力也强，故推测这是死亡率较低（2.46%和6.41%）的原因。

表2　食蚜瘿蚊幼虫期的死亡率

Table 2　Larval mortality of *Aphidoletes aphidimyza*

发育期 Stages	重复序号 Rep. serial no.	观察卵数（粒） Total Egg no.	死虫数（头） Dead larvae no.	死亡率（%） Mortality（%）
卵至1龄幼虫	1	608	189	31.09
Egg to 1-instar larva	2	563	196	34.81
	3	510	149	29.22
平均　Average				31.77±2.85
卵至2龄幼虫	1	502	194	38.65
Egg to 2-instar larva	2	520	162	31.15
	3	538	178	33.08
平均　Average				34.23±3.90
卵至3龄幼虫	1	579	253	43.70
Egg to 3-instar larva	2	725	274	37.79
	3	545	179	32.84
平均　Average				38.18±5.44

2.3　化蛹率、羽化率及成虫生殖力

调查结果显示（表3），食蚜瘿蚊化蛹率较高，死亡率低（2.76%），其死亡是因为个体发育慢，收获时个体小，因未到成熟期被人为停止取食而致死。羽化率的观察结果为80.95%，即死亡19.05%，原因是提供其化蛹的基料（如棉花、木屑等）条件不适及温度（20℃）变化引起。此外，使用多代连续扩繁的种质也有问题，表4结果表明，性比不正常（♀：♂=0.827：0.173），对成虫产卵有影响，实验中观察到成虫产了一定数量的不饱满卵。

表3　食蚜瘿蚊预蛹及蛹死亡率

Table 3　Mortality of prepupae and pupae of *Aphidoletes aphidimyza*

虫态 Stages	观察数（头） Total no.	死亡数（头） Dead no.	平均死亡率（%） Average mortality（%）
预蛹 Pre-pupa	579	16	2.76±2.44（$n=6$）
蛹 Pupa	1055	201	19.05±9.37（$n=3$）

2.4　组建生命表

根据以上调查结果，将起始种群数换算成100头，组建表5。

表4 食蚜瘿蚊成虫性比及产卵量

Table 4 Sex ratio and fecundity of adult *Aphidoletes aphidimyza*

重复序号 Rep. serial no.	观察数（头）Total no.	雌成数（头）Female adult no.	性比（♀:♂）Sex ratio	卵数（粒）Egg no.	平均卵量（粒/雌）Average fecundity
1	420	343	0.817：0.183	10290	30
2	352	285	0.810：0.189	7410	26
3	178	152	0.854：0.146	4256	28
平均 Average			0.827：0.173		28±2（$n=3$）

表5 食蚜瘿蚊实验种群生命表

Table 5 Life table of the experimental population of *Aphidoletes aphidimyza*

发育期 X	起始数 lx（头/粒）	死亡数 dx（头/粒）	死亡率 qx（%）	死亡因子 dxF
卵（N_1）Eggs	100.0	13.5	13.5	干瘪 Dry
1龄幼虫 1-instar larvae	86.5	15.7	18.2	觅食力弱，饿死 weak search capacity and starvation
2龄幼虫 2-instar larvae	70.8	1.8	2.5	发育弱 weak development
3龄幼虫 3-instar larvae	69.0	4.4	6.4	发育弱 weak development
预蛹 Pre-pupae	64.6	1.8	2.8	不结茧 can not make cocoons
蛹 Pupa	62.8	11.9	19.0	不能破茧或破茧后钻不出基质 can not break the cocoon shell or out from the materials of pupating
成虫 Adults	50.9			性比 Sex ratio（♀：♂=0.83：0.17）
雌成虫（成虫×性比）Female adult（adult×sex ratio）	42.2			
平均产卵量 Average，fecundity	28.0			
合计卵量（N_2）Total egg no.	1 181.6			
潜在卵量（N_3）* Potential egg no.	1 535.1			
种群增长指数（$I_1=N_2/N_1$）	11.81			
理论种群增长指数（$I_2=N_3/N_1$）	15.35			

* 潜在（预计）卵量 Potential egg no.=成虫数 Adult no.(50.9)×理论雌性率 Theoretical female rate（0.65）×理论产卵能力 Theoretical fecundity（46.4）；合计（实际）卵量 Total（practical）egg no.=成虫数 Adult no.(50.9)×实际雌性率 Practical female rate（0.83）×实际产卵能力 Practical fecundity（28）

实际观察到本种群的平均产卵能力为28粒/雌（表4）。根据前人研究[2,8]，食蚜瘿蚊的平均产卵能力可达46.4粒/雌，借用此数据为理论值预计种群产卵量（表5）。

从表5中可知，在（25±2)℃恒温下批量饲养食蚜瘿蚊，卵的孵化率为86.5%，有所偏

低，根据作者平常在人工气候箱内对2～3代虫源的观察，卵的孵化率为93%～98.8%。表中幼虫死亡率（1～3龄）变幅在2.5%～18.2%，其中1龄死亡率最高（18.2%），对种群数量的减低有重要影响。预蛹的存活率与幼虫营养状况、发育进度有关，凡个体大的均能顺利化蛹。因本实验是执行大批饲养扩繁操作程序，个体发育不整齐现象常有，这时就有一部分在收获时仍为小个的个体就易死亡（表中2.8%死亡）。表中蛹的死亡率较大（19.0%），主要与化蛹基质条件，如含水量，物理性状及放置场所的温度有关。从生命表还能看出，在多代扩繁之后，雄虫变少，雌虫率增大，本实验观察的雌性率为0.83，正常应为0.62～0.65。性比正常时，单雌产卵量也较大（平均为46.4粒/雌），雌性率变大对食蚜瘿蚊种群发展不利，易造成一些卵未受精，不孵化，且单雌产卵力明显下降（平均28粒/雌），进而导致种群增长指数下降（$I_1=11.81$），与预计值（$I_2=15.35$）有一定差距。

3　讨论

大量扩繁是田间大面积应用天敌的基础。从大局看来，该套扩繁系统的效率可行，但仍有需要改进之处。食蚜瘿蚊大量扩繁中，产量提高是一个关键问题，初步看来，可以从设法提高卵孵化率、1龄幼虫成活率及羽化率等方面入手，注意蚊种多代连续使用后的性比变化问题。

作者曾使用田间采后2～3代种扩繁，其性比接近0.6：0.4，对其成虫所产卵的饱满率有利，或尝试人为调配性比，在接种笼中增加雄体数量。此外，对化蛹基质进行改进，对含水量，存放的温度及时间进行组合优化搭配也很有必要。

由于本实验仅在大量扩繁条件下进行，而不同温度和湿度对食蚜瘿蚊生存、死亡、产卵的影响，以及对内禀增长力、种群存活率、年龄特性和产雌数等的影响还有待进一步研究。

参　考　文　献　(References)

[1]　湖北省农科院植保所虫害室．棉虫天敌-食蚜瘿蚊与食螨瘿蚊．湖北农业科技，1979，(5)：30～31

[2]　程洪坤等．食蚜瘿蚊生物学初步研究．植物保护，1988，34 (3)：26～27

[3]　程洪坤等．食蚜瘿蚊的饲养技术．农业科技，1988，(8)：24

[4]　程洪坤等．利用食蚜瘿蚊防治保护地蔬菜桃蚜的试验．生物防治通报，1992，8 (3)：97～100

[5]　赵军华，程洪坤．几种化学农药对食蚜瘿蚊的影响．生物防治通报，1990，6 (4)：185

[6]　程洪坤等．食蚜瘿蚊防治蔬菜蚜虫研究简报，见：朱国仁，张芝利等主编．主要蔬菜病虫害防治技术及研究进展．北京：中国农业科技出版社，1992，263～264

[7]　杨海峰，王惠珍等．食蚜瘿蚊（双翅目：瘿蚊科）的记述．八一农学院学报，1987，(4)：57～59

[8]　牛玉志，张芝利等．北京地区食蚜瘿蚊生物学特性研究．见：朱国仁，张芝利等主编．主要蔬菜病虫害防治技术及研究进展．北京：中国农业科技出版社，1992，259～262

[9]　魏淑贤等．食蚜瘿蚊的研究．北方园艺，1991，(11/12)：59～60

The efficiency evaluation of the mass propagation system of *Aphidoletes aphidimyza* by life table

XIE Ming, CHENG Hong-kun, QIU Wei-liang
(Institute of Biological Control, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081)

Abstract: This paper deals with evaluation of the mass propagation system of *Aphidoletes aphidimyza* using life table. It was showed that high mortalities in the stages of egg (13.5%), 1st instar larvae (18.2%) and pupae (19.0%) were the main factors influencing the growth of the experimental population. Abnormal sex ratio caused by the propagation of many successive generations also resulted in reducing viability of the experimental population. These results suggest that the existing propagation system needs to be improved.

Key words: *Aphidoletes aphidimyza*; experimental population; life table; mass propagation